

両側回遊型カジカ仔稚魚の遊泳・摂餌機能の発達に基づく発育段階

著者	品川 絢哉 ， 加地 弘一 ， 河野 河野，博 ， 藤田 清
雑誌名	東京水産大学研究報告
巻	88
ページ	25-32
発行年	2002-03-29
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00000096/

両側回遊型カジカ仔稚魚の遊泳・摂餌機能の発達に基づく発育段階

品川 絢哉^{*1,*2}・加地 弘一^{*1,*3}・河野 博^{*1,*4}・藤田 清^{*1}

(Received August 29, 2001)

Ontogenetic Intervals based on the Development of Swimming- and Feeding-functions in the Amphidromous *Cottus pollux* Larvae and Juveniles

Jyunya Shinagawa^{*1,*2}, Kouichi Kaji^{*1,*3}, Hiroshi Kohn^{*1,*4} and Kiyoshi Fujita^{*1}

Abstract: Based on the development of characters related to swimming and feeding functions, ontogenetic intervals were established for larval and juvenile *Cottus pollux*. Consequently, the following four and three phases were recognized during the development of each function. Swimming: 1) less active phase (from hatching to D-8); 2) ability acquired by appearance of characters (to D-16); ability increased by development of characters (to D-27/30); functional juvenile phase with normal swimming ability (beyond D-31). Feeding: 1) ability acquired by appearance of characters (from hatching to D-11); 2) ability increased by development of characters (to D-24/29); 3) functional juvenile phase with normal feeding ability (beyond D-30). Comparisons of these results with the distribution of larvae and juveniles in natural waters suggest that the critical period exists during post-hatch to about D-10, in which floating larvae in tidal areas would be exposed to danger such as to be preyed and to be starved.

Key words: *Cottus pollux*, Swimming Function, Feeding Function, Ontogeny

緒言

カジカ (*Cottus pollux*) は、北海道南部から本州、四国、九州の河川の上流から下流に分布するカサゴ目カジカ科の魚類で、本種には、大型卵を産する河川陸封型と中・小型卵を産する両側回遊型の二型の存在が知られている。¹⁾ 本種の仔稚魚の形態発育については、河川陸封型、両側回遊型両型について記載されている^{2,3)}。とくに両側回遊型カジカについては、産卵が河川で行なわれ、孵化した仔魚が海域近くの感潮域まで流下し、そこで成長した後、着底し、河川へ遡上するという生活史を送ることが知られている。¹⁾ このような両側回遊型の仔稚魚の生態に関しては、流下や着底、遡上などについての報告がある^{4~7)}。しかし、流下や遡上を保障する仔稚魚の成長にともなう内部形態の変化については明らかにされていない。そこで本研究では、とくに両側回遊型カジカの初期生態の研究に基礎的な情報を提供することを目的として、内部形態、とくに骨格系の発達に基づいて、成長にともなう遊泳と摂餌機能の発育を明らかにした。

材料および方法

本研究で用いたカジカの標本は、日本海に流入する兵庫県竹野川で1998年2月8日に採集した卵を東京水産大学魚類学研究室に輸送し、飼育室内に設置した飼育水槽内で孵化させ、飼育した仔稚魚である。竹野川では河川陸封型と両側回遊型のカジカが生息することがわかっているが、本研究における卵の採集地点（鵜の松）では両側回遊型のみが生息することが明らかにされている⁷⁾ ことから、本研究で使用した標本は両側回遊型であると判断した。孵化は3月10日に淡水水槽内で観察された。孵化後9日目には淡水から海水に水交換を行い、19日目からは徐々に塩分濃度を下げて25日目には再び淡水に戻した。孵化後6日目から、*Artemia salina* のノープリウスを与えた。標本は、孵化翌日（日令1）から日令8までは毎日2~12個体を、日令9~38までは0~3日おきに1~6個体ずつを、日令39~77までは3~18日おきに2~4個体ずつを無作為に抽出した。これらの個体（115個体、全長7.0~27.0mm）を5%ホルマリンで固定・保存した後、Dingerkus and Uhler⁸⁾ にしたがって透明二重染色処理し、遊泳と摂餌に関する骨格の化

*1 Tokyo University of Fisheries, Laboratory of Ichthyology, 5-7, Konan 4-chome, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan(東京水産大学魚類学研究室)

*2 現所属：丸美屋食品工業株式会社福岡支社

*3 現所属：山梨県水産技術センター

*4 Corresponding author

骨・形成過程を調べ、さらに関連する形質の計数を行った。

なお本研究では、記載は目的とする現象や事象の観察された個体の最少の日令に基づき、原則的には最小個体の全長を併記した。

結果

成長

孵化翌日（日令1）の仔魚の全長（平均±標準偏差）は 7.80 ± 0.26 mmで、日令12では 8.60 ± 0.60 mmであった。さらに、日令31では 12.02 ± 1.88 mm、日令59では 22.43 ± 1.30 mm、日令77では 26.20 ± 0.81 mmに達した。なお、日令（D）と全長（TL）の関係は $TL = 7.225e^{0.0165D}$ （ $r^2 = 0.889$ ）で表わされた。なお、卵黄が完全に吸収されたのは日令5であった。

遊泳に関する形質

脊索末端部の上屈 ふ化から日令6（全長8.4mm）までの脊索末端はまっすぐであった。上屈は日令7（全長8.8mm）から始まり、脊索の末端部の上屈が完了したと判断できたのは日令16（全長10.1mm）であった。

尾骨 尾骨は以下の構成骨からなる。尾部棒状骨、第2、3尾鰭椎前椎体、第2、3尾鰭椎前椎体神経棘、第2、3尾鰭椎前椎体血管棘、準下尾骨、下尾骨1～4、上尾骨1～3。

まず、準下尾骨+下尾骨1+2と下尾骨3が日令1（全長7.6mm）の個体で観察された。次いで下尾骨4が日令2（全長8.1mm）で出現した。準下尾骨+下尾骨1+2は日令12（全長8.9mm）で化骨し始めた。また、下尾骨3と下尾骨4は日令16（全長10.1mm）で化骨を開始するとともに癒合し始めた。

上尾骨2は日令2（全長8.4mm）に、上尾骨1と3は日令8（全長8.6mm）に軟骨の骨片として出現した。上尾骨1と2は日令24（全長11.4mm）で、また上尾骨3は日令28（全長13.3mm）で化骨し始めた。

第2・3尾鰭椎前椎体神経棘は日令1には出現しており、それぞれ日令20（全長10.1mm）と21（全長22.1mm）で化骨し始めた。また、第2・3尾鰭椎前椎体血管棘の出現も日令1で、どちらも日令16（全長10.1mm）で化骨を始めた。また同個体には尾部棒状骨が出現していた。

尾鰭主鰭条 尾鰭主鰭条が初めて出現したのは日令2（全長7.7mm）で、その数は3本であった（図1-A）。その後、日令8（全長8.6mm）には定数に達した。

背鰭支持骨 軟骨性の背鰭支持骨は日令11（全長8.5mm）から出現し始め、日令12（全長8.5mm）には数的に完成した。化骨の開始は日令16（全長10.1mm）からであった。

背鰭鰭条 日令12（全長8.9mm）で、第2背鰭の6本が観察された（図1-B）。日令16（全長10.1mm）になると、第1・2背鰭とともに鰭条数は定数に達していた。

臀鰭支持骨 軟骨性の臀鰭担鰭骨は日令11（全長8.5mm）で出現し始めた。日令16（全長10.1mm）には数的に完成するとともに化骨も開始していた。

臀鰭鰭条 臀鰭鰭条が最初に出現したのは日令12（全長8.9mm）で、7本観察された（図1-C）。鰭条数が定数に達したのは、日令16（全長10.1mm）であった。

胸鰭支持骨 胸鰭支持骨は、後側頭骨、上擬鎖骨、擬鎖骨、後擬鎖骨、肩甲骨、烏口骨、射出骨から構成される。

胸鰭支持骨の中で最初に出現したのは擬鎖骨と烏口-肩甲骨軟骨、射出軟骨板であった。烏口-肩甲骨軟骨の後端は後下方に伸長しており、射出軟骨板には中央にひとつの裂け目があった。これらの構成骨は日令1（全長7.6mm）で既に存在していた。射出軟骨板は、日令3で4分割した。上擬鎖骨は日令5（全長8.5mm）で、後擬鎖骨と後側頭骨が日令16（全長10.2mm）で出現した。遠位担鰭骨の出現は日令8（全長7.5mm）から観察され、すでに定数に達していた。日令28（全長13.3mm）には烏口骨と肩甲骨がそれぞれ烏口-肩甲骨軟骨上で化骨を開始し、これらの骨要素は日令59（全長23.7mm）で完全に化骨した。

胸鰭鰭条 胸鰭鰭条は日令8（全長7.6mm）で出現し、日令11（全長8.5mm）で定数に達した（図1-D）。

腹鰭支持骨 軟骨の腰帯が日令11（全長9.0mm）で最初に観察された。化骨は日令30（全長12.7mm）で認められた。

腹鰭鰭条 日令8（全長8.2mm）で腹鰭鰭条が最初に出現し、定数に達したのは日令16（全長10.1mm）であった（図2-E）。

脊椎骨 日令1（全長7.6mm）で既に第1～35神経弓門軟骨および神経棘軟骨が出現していた。その後、日令11（全長8.8mm）から化骨し始め、日令28（全

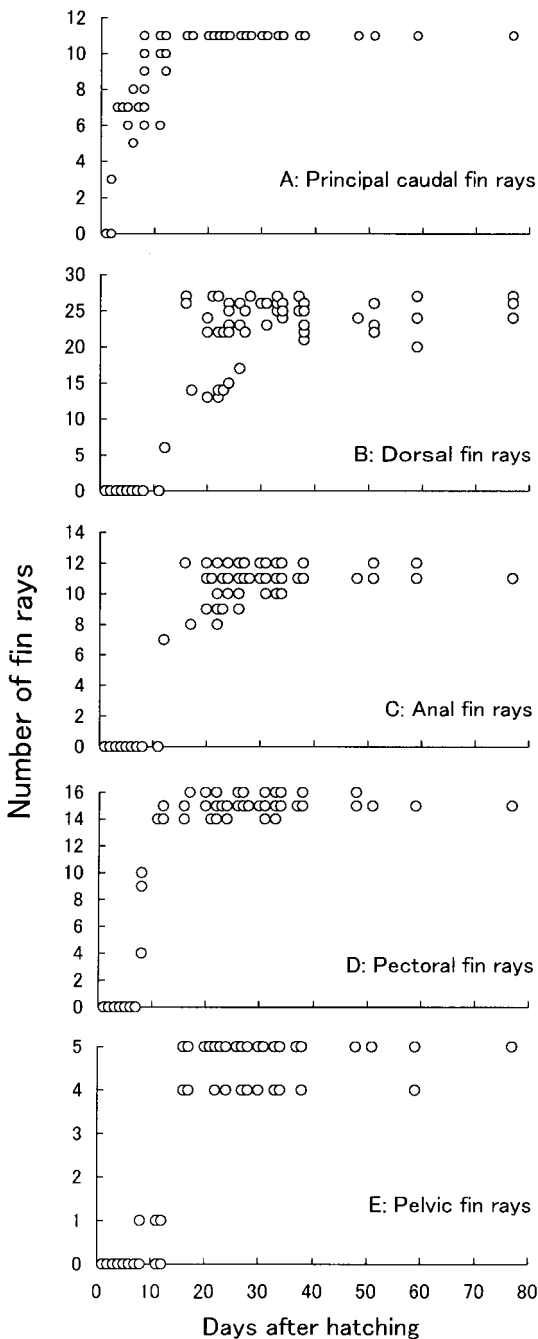


Figure 1. Changes in swimming-related characters with days after hatching in *Cottus pollux*.

長13.3mm)で完全に化骨した。化骨は前方から後方に向かって進行した。また、日令1(全長7.6mm)では、第7~35血管弓門軟骨および血管棘軟骨も観察された。その後前方に向かって数が増え、日令28(全長13.3mm)で第5~35血管弓門軟骨および血管棘軟骨、日令38(全長14.6mm)で第4~35血管弓門軟骨および血管棘軟骨となった。また、日令16(全長10.1mm)から化骨が始まり、日令30(全長13.7mm)で全ての血管弓門軟骨および血管棘軟骨は化骨した。

椎体は日令8(全長7.5mm)で第1~16椎体が観察され、日令16には定数に達している個体(全長10.1mm)が観察された。

摂餌に関する形質

顎骨 日令1(全長7.6mm)で、後関節骨を除く、顎骨を構成するすべての要素(前上顎骨、主上顎骨、歯骨、角骨、メッケル軟骨)が出現していた。後関節骨の出現は日令8(全長8.6mm)であった。

顎歯 前上顎骨と歯骨に存在する顎歯は、日令1の個体ですでに上・下顎歯ともに認められ、その数は日令1の3個体の平均で上顎歯3.0本、下顎歯2.3本であった(図2-A, B)。その後両顎歯の数はほぼ一定で増加し、日令11で上顎歯平均10.3本、下顎歯平均9.6本、日令26で上顎歯平均17.0本、下顎歯平均13.5本、日令51で上顎歯平均40.0本、下顎歯平均30.3本、日令77では上顎歯平均60.0本、下顎歯平均43.7本に達した。

懸垂骨 日令1(全長7.6mm)で最初の懸垂骨である棒状の舌顎-接続軟骨と方形-後翼状軟骨が認められた。舌顎骨と接続骨は日令4(全長8.5mm)から化骨し始め、方形骨と後翼状骨は日令16(全長10.1mm)から化骨し始めた。日令24の個体では口蓋軟骨が認められ、日令34(全長14.1mm)には化骨し始めていた。口蓋骨の先端部には、微小な円錐状の口蓋骨歯が観察された。外翼状骨は日令12(全長8.9mm)で、内翼状骨は日令51(全長17.1mm)で出現した。

舌弓 舌弓の構成要素である下舌軟骨と角舌-上舌軟骨、間舌軟骨のすべては、日令1(全長7.6mm)ですでに出現していた。最初の化骨は下舌骨で見られ、日令16(全長10.2mm)で認められた。また、角舌-上舌軟骨では、角舌骨部で日令24(全長9.1mm)で、上舌骨部で日令26(全長9.4mm)で化骨し始めた。間舌骨の化骨は日令28(全長13.3mm)からであった。

鰓条骨は日令1の個体で1~2本出現しており,日令11(全長8.5mm)には定数である6本に達した。

鰓蓋骨 日令2(全長8.1mm)で主鰓蓋骨が,日令16(全長8.5mm)で前鰓蓋骨が出現した。下鰓蓋骨と間鰓蓋骨はともに日令18で出現した。

鰓弓 鰓弓の構成要素である基鰓軟骨と下鰓軟骨,角鰓軟骨,上鰓軟骨は日令1(全長7.6mm)の個体ですでに存在していた。また,これらの軟骨の化骨は日令30(全長13.6mm)で初めて認められた。

咽頭歯 上咽頭歯は日令1(全長7.6mm)の個体で3本確認された(図2-C)。その後,数はやや急激に増加したが,日令11頃からは緩やかになった。しかし,日令24頃からは再び急激な増加が見られた。日令40~48以降はやや穏やかに増加した。

下咽頭歯は日令2(全長7.7mm)で最初の1本が観察された(図2-D)。下咽頭歯の数も日令11まではやや急激に増え,その後日令24までは穏やかで,さらに急激に増加した。日令40~48以降は,増加は穏やかであった。

前鋤骨歯 前鋤骨歯は日令21(全長12.1mm)で最初に観察され,その数は3本であった(図2-E)。その後前鋤骨歯は急激に増加し,日令28以降は6~7本でほぼ一定となった。

論議

機能の発達からみたカジカ仔稚魚の発育段階

本研究で得られたカジカ仔稚魚の遊泳と摂餌に関する骨格要素の出現や化骨の開始,数的完成,増加傾向に基づく変曲点などを図にまとめた(図3,4)。それぞれの図では,孵化後日数(日令)ごとにこれらの出来事の出現頻度をヒストグラムで表した。

Kohno et al.^{9,10)}やTaki et al.¹¹⁾,成澤ら¹²⁾は遊泳・摂餌に関する形質のうち,特にいくつかの表徴形質の発達状態に基づいて,マダイ *Pagrus major* やマサバ *Scomber japonicus*, サバヒー *Chanos chanos*, チャイロマルハタ *Epinephelus coioides* の初期生活史の発育段階の区分を行なった。一方, Sakai¹³⁾ はウグイ *Tribolodon hakonensis* の仔稚魚を主に外部形態から18のステージに分け,さらに各ステージごとに,遊泳や摂餌などの機能に関する形質の出現や数的完成などの頻度をヒストグラムに表わし,それに基づいて6段階の発育段階をみとめた。本研究では,河野,曾田¹⁴⁾や河野ら¹⁵⁾が行なったように,表徴形質法とヒストグラム法の両方に基づいて発育段階を区分した。

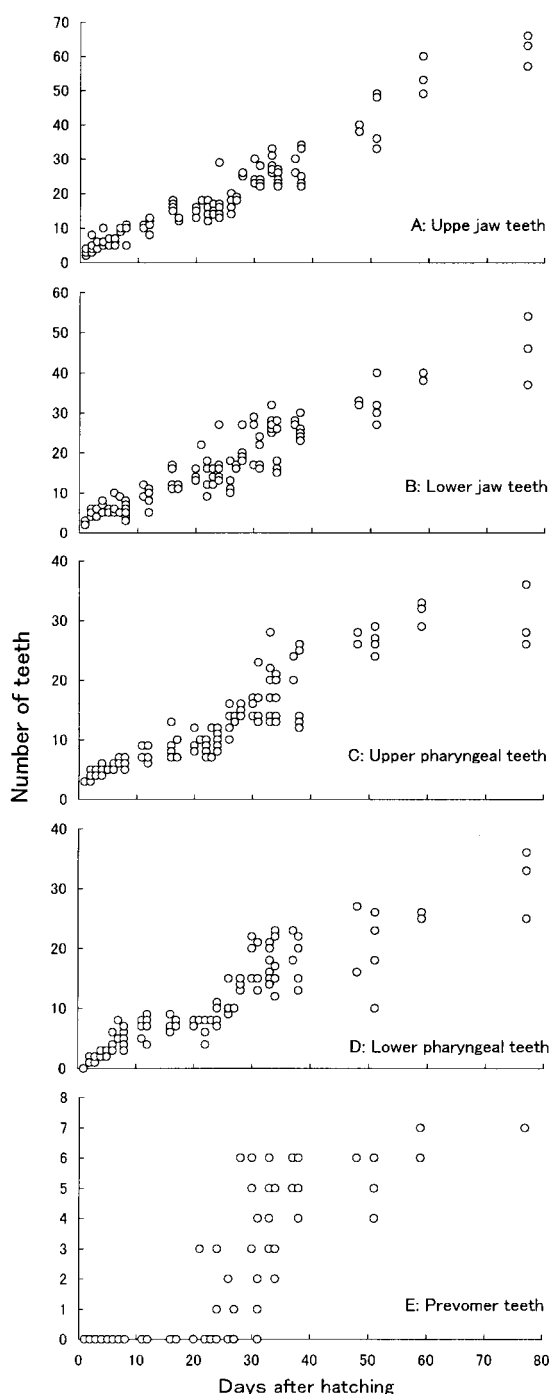


Figure 2. Changes in feeding-related characters with days after hatching in *Cotus pollux*.

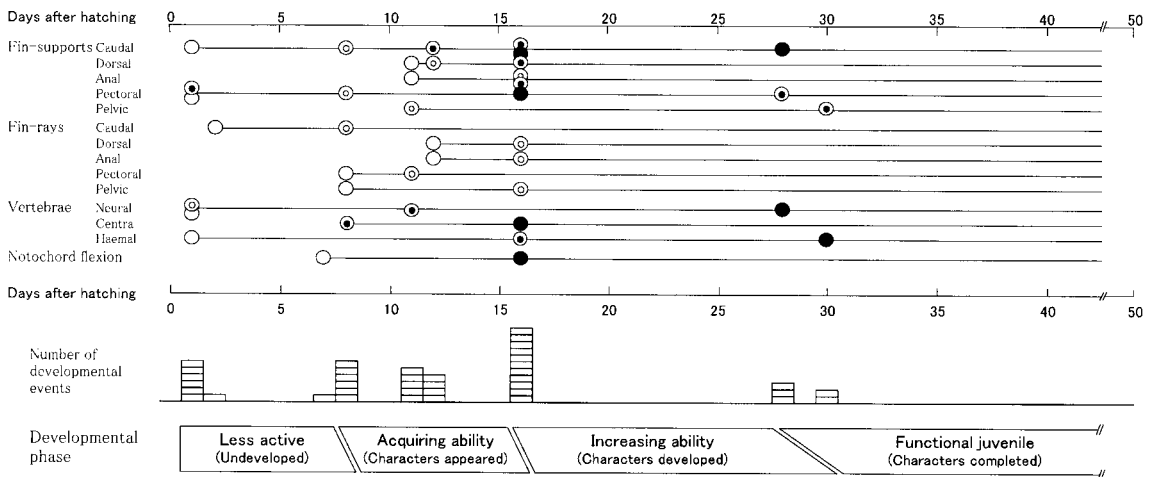


Figure 3. Schematic representation of the development of swimming-related characters with days after hatching in *Cottus pollux*.

○: cartilaginous elements or fin rays start appearing, or notochord flexion start occurring; ●: bony elements start appearing, or cartilaginous elements start ossifying; ○: all cartilaginous elements start appearing or fin rays become complete in number; ●: all cartilaginous elements start ossifying, all bony elements start appearing, or notochord flexion becomes complete.

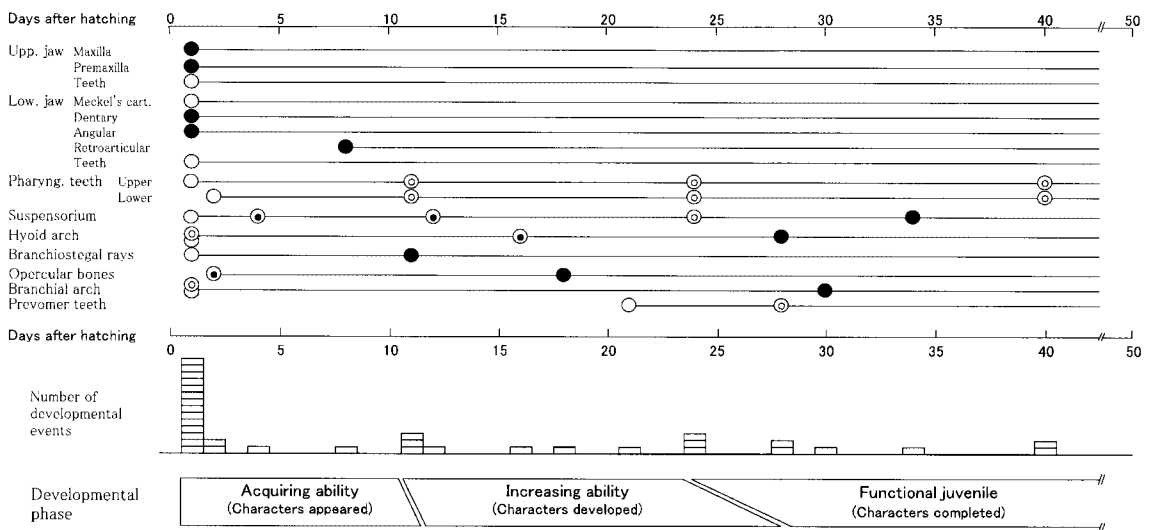


Figure 4. Schematic representation of the development of feeding-related characters with days after hatching in *Cottus pollux*.

○: cartilaginous elements, or teeth or branchiostegal rays start appearing; ●: cartilaginous elements start ossifying, or bony elements start appearing; ○: all cartilaginous elements start appearing, or flexion points of teeth number are observed; ●: all cartilaginous elements start ossifying, all bony elements start appearing, or branchiostegal rays become complete in number.

その結果、カジカの遊泳機能と摂餌機能の発達は、それぞれ以下のように4段階と3段階に分けられると判断した。なお、観察は日令1から開始したため、発育段階の設定も日令1からとした。

遊泳機能

遊泳未発達期（日令1 - 8）: この期間には、尾骨の一部の軟骨原基や数本の尾鰭鰭条、胸鰭支持骨および軟骨性の神経弓門や血管弓門の原基が出現しているだけであった。これらの諸要素の発現は、推進

力と浮力を生み出していると考えられるが、どれも未発達であることから、これらの力は僅かであると考えられる。

遊泳能力獲得期(日令8 - 16): この期間には、遊泳に関するほぼすべての形質が出現し、また数的にも完成する。すでに前期で完成した尾鰭鰭条に加えて、脊索の末端部が屈曲を開始・完成し、さらに脊椎骨も完成する。これは、Gosline¹⁶⁾やKohno et al.⁹⁾、河野、曾田¹⁴⁾、河野ら¹⁵⁾が指摘しているように、尾鰭の振動から効率の良い推進力を得ているものと考えられる。さらに、胸鰭や腹鰭も完成するが、これは操縦性が高まっていることを示している。これらのことから、ほぼ1週間という短い期間に遊泳能力を獲得するものと考えられる。なお、日令16には鰭条数が定数に達し稚魚になった。

遊泳能力向上期(日令16 - 27/30): この時期には、とくに遊泳に関する形質の添加や質的な変化は認められなかった。しかし、前期で備えた各形質を使った遊泳能力は向上するものと考えられる。

完成期(日令27/30以降): 遊泳に関する形質がすべて発現し、また軟骨要素の化骨もすべてで開始した期間である。したがって、ここでは、稚魚としての遊泳能力を獲得したものと考えられる。

摂餌機能

摂餌能力獲得期(日令1 - 11): 日令1には、すでにほとんどの摂餌関連形質が出現していた。まず、口裂を形成する要素では後関節骨以外はすべて出現し、また上・下顎歯も出現するとともにその数を増した。これは、口が機能的に開閉でき、また餌をある程度捕獲できることを示している。^{9,10,16)}さらに、口腔を形成する要素も発現していることから、ある程度の陰圧で餌を吸い込む能力も備えていると考えられる。^{17,18)}

摂餌能力向上期(日令11 - 24/28): この期間には、口腔を形成するいくつかの形質で化骨が始まったりする以外、目だった摂餌関連形質の添加や質的な変化はない。しかし、前期で獲得した摂餌能力を、各形質のサイズなどの量的な変化で、さらに向上させる期間であると判断した。なお、本期の後半には口蓋骨歯が出現する。矢部¹⁹⁾によると、カジカには口蓋骨歯が発達しないとされている。しかし、本研究では確認していないが、おそらく成長とともに消失するものと考えられる。

完成期(日令24/28以降): ほぼすべての形質が出現し、また化骨も開始することから、稚魚としての摂餌能力が獲得されたものと判断した。ただし、日令40には上・下咽頭歯に変曲点が見られた。

他魚種との比較

本研究と同様な手法で発育段階を設定した数種の海産魚との比較を行なった。

遊泳に関しては、成澤ら¹²⁾とKohno²⁰⁾がアカメとチャイロマルハタに見られる突進・操縦型遊泳とサバヒーに見られる尾鰭・体全体前進型遊泳に区別した。また、河野、曾田¹⁴⁾はオニオコゼは胸鰭・尾鰭遊泳型、河野ら¹⁵⁾はクジメは体全体型としたが、前者はアカメ・チャイロマルハタ型に、後者はサバヒー型に属すると考えられる。カジカは、少なくとも体全体型ではないことから、アカメ・チャイロマルハタ型に区分される。一方、カジカの場合には尾鰭や脊椎骨、背鰭、腹鰭などの推進器と胸鰭や腹鰭などの操縦器がほぼ同時に、しかも短期間に出現、数的完成することから、タイプとしてはチャイロマルハタと同じである。チャイロマルハタでは、これらの遊泳関連形質の発現が遅く(日令10くらいから)かつ長くかかる(日令35くらいまで)ことから、生残には不利であると考えられている。^{12,20)}しかし、カジカでは、日令8から16の間に発現しほぼ完成することから、生残にはあまり不利ではないと判断できる。

摂餌についても、成澤ら¹²⁾とKohno²⁰⁾は吸い込み・噛み付き型(アカメとチャイロマルハタ)と吸い取り型(サバヒー)に分けている。オニオコゼ¹⁴⁾やクジメ¹⁵⁾も吸い込み・噛み付き型である。これらの種類では、移行する時期は異なるものの、成長とともに吸い込み様式から噛み付き様式に摂餌方法を変化させる。カジカも吸い込み・噛み付き型であると判断される。しかし、カジカの場合には成長による摂餌様式の変化が見られず、孵化とほぼ同時に吸い込み能力も噛み付き能力も備えていると考えられる。卵黄が吸収されるのが日令5であることを考えると、カジカの摂餌関連形質の発育の早さは、生残にはかなり有利であると判断できる。

カジカの発育段階と流下・遡上生態との関連

本研究で設定したカジカの遊泳・摂餌機能の発育段階とこれまでに知られている両側回遊型カジカの仔稚魚の流下と遡上の生態に関する知見との比較を行なった。比較にあたっては、本研究で得られた孵化後日数と全長の関係式から日令を推定した。

流下仔魚については、愛媛県に加茂川での両側回遊型のカジカでは全長が8.9 ~ 10.4mm⁵⁾、また、本研究と同じ調査地点では全長6.8 ~ 10.6mm⁷⁾であると報告されている。これは、日令0から日令23に相当する。しかし、両側回遊魚の仔魚は孵化後できるだけ早く成長の場である河口などの感潮域や海域に達することが重要であると考えられており²¹⁾、実際に

流下仔魚のほとんど⁵⁾あるいはすべて⁷⁾が卵黄をもっていた。すなわち、加地⁷⁾が指摘しているように、流下は孵化後5日以内にほとんど完了しているようである。

日令5以内というのは、本研究で明らかとなったように、仔魚はまだ卵黄を保有している。したがって、遊泳に関しては未発達の状態であるが、生存するのは可能である。また、上述したように、本種は孵化と同時に摂餌に必要な形質をすでに備えており、ある程度の摂餌能力があるものと判断される。

流下してきた仔魚は、海域へ出る可能性は残されているものの(建設省河川局, 水資源公団²²⁾によると、全長10~12mmの仔魚3尾が長良川河口から沖合い1kmの海域で採集されている), ほとんどが河川の河口域から上流の感潮域で生息していると考えられている。⁷⁾清水⁵⁾は感潮域で全長8.8~16.6mmの仔稚魚を採集しているが、13mm以上の個体は小型の地曳き網では採集されず主にすくい網で水底をさうることによって採集されたため、感潮域での浮遊期は全長13mmまでで、13mmより大きくなると着底するものとしている。一方、駒田、山田⁶⁾や加地⁷⁾は、感潮域では全長16.0~36.0mmの着底した稚魚が採集されると報告している。したがって、全長13~16mmが着底サイズとすると、本研究の日令と体長の関係から、感潮域での浮遊生活期は孵化後すぐ、あるいは日令5から日令35-48に相当すると考えられた。

本研究の結果、遊泳能力が向上するのは日令9から16であった。また、前述したように、摂餌能力は孵化後すぐにある程度備わっているが、日令5には卵黄が吸収される。したがって、流下してきた仔魚は、日令9までは他の生物に捕食される危険性が高く、さらに日令5から9までの間には餌を捕獲できるようにならないと飢餓にも陥ることになると考えられる。その後、捕食や飢餓の危険性は低くなり、日令35までには稚魚としての遊泳・摂餌能力はほぼ完成し、着底の時期には形態的な準備も整っていると判断される。

遡上の開始について、加地⁷⁾は全長26mm以下の稚魚が淡水域では採集されなかったことから、全長26mm、遅くとも全長36mmになると稚魚が遡上を開始するとしている。これは日令に換算すると日令79~97に相当する。したがって、孵化した仔魚は感潮域で浮遊期、着底期を過ごし、孵化後2, 3か月の後に遡上を開始するものと考えられる。

文献

- 1) 後藤 晃: カジカ, 「日本の淡水魚」(川那部浩哉, 水野信彦編), 山と溪谷社, 東京, 1989, pp. 666-667.
- 2) Kurawaka, K.: Study of speciation in fish. Doctor Dissertation, Kyoto University, 1976, 55 p., 31 pls.
- 3) 小島純一: カジカ, 「日本産稚魚図鑑」(沖山宗雄編), 東海大学出版会, 東京, 1988, pp. 845-846.
- 4) 倉若欣司: 意味論, どうぶつ社, 東京, 1992, 142 p.
- 5) 清水孝昭, 州澤 譲, 水野信彦, 高楠敏博: 愛媛県加茂川におけるカジカ *Cottus pollux* 回遊型の初期生活史. 徳島県立博物館研究報告, 4, 49 - 66 (1994).
- 6) 駒田格知, 山田久美子: 長良川下流域におけるカジカの遡上活動および成長について. 成長, 35, 37-44 (1996).
- 7) 加地弘一: 日本海に流入する竹野川における両側回遊型カジカの生息環境と初期生活史. 東京水産大学修士学位論文, 1999, 36 p.
- 8) G. Dingerkus and L. D. Uhler: Enzyme clearing of alucian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. *Stain Technology*, 52, 229-232 (1977).
- 9) H. Kohno, Y. Taki, Y. Ogasawara, Y. Shirojo, M. Taketomi and M. Inoue: Development of swimming and feeding functions in larval *Pagrus major*. *Japan. J. Ichthyol.*, 30, 47-60 (1983).
- 10) H. Kohno, M. Shimizu and Y. Nose: Morphological aspects of the development of swimming and feeding functions in larval *Scomber japonicus*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 50, 1125-1137 (1984).
- 11) Y. Taki, H. Kohno and S. Hara: Morphological aspects of the development of swimming and feeding functions in the milkfish *Chanos chanos*. *Japan. J. Ichthyol.*, 34, 198-208 (1987).
- 12) 成澤行人, 河野 博, 藤田 清: チャイロマルハタ仔魚の遊泳・摂餌関連形質の発達. 東水大研報, 84, 75-92 (1997).
- 13) H. Sakai: Larval developmental intervals in *Tribolodon hakonensis* (Cyprinidae). *Japan. J. Ichthyol.*, 37, 17-28 (1990).
- 14) 河野 博, 曾田一志: 遊泳と摂餌に関する形質の発達に基づいたオニオコゼ仔稚魚の發育段階. 水産増殖, 46, 333-342 (1998).
- 15) 河野 博, 栗田 豊, 青海忠久: 遊泳と摂餌に関する形質の発達に基づいたクジメ仔稚魚の發育段階. うみ, 38, 77-86 (2000).
- 16) W.A. Gosline: Functional Morphology and

- Classification of Teleostean Fishes, University Press of Hawaii, Honolulu, 1971, 208 p.
- 17) E. Otten : The development of a mouth-opening mechanism in a generalized *Haplochromis* species: *H. elegans* Trewavas 1933 (Pisces, Cichlidae). *Netherlands J. Zool.*, 32, 31-48 (1982).
- 18) H. Kohno, R. Ordonio-Aguilar, A. Ohno and Y. Taki : Why is grouper larval rearing difficult?: an approach from the development of the feeding apparatus in early stage larvae of the grouper, *Epinephelus coioides*. *Ichthyol. Res.*, 44, 267-274 (1997).
- 19) 矢部 衛 : カジカ科, 「日本産魚類大図鑑」(益田 一, 尼岡邦夫, 荒賀忠一, 上野輝彌, 吉野哲夫編), 東海大学出版会, 東京, 1984, pp. 309-315.
- 20) H. Kohno : Early life history features influencing larval survival of cultivated tropical finfish, in 「Tropical Mariculture」(ed. by S.S. De Sylva), Academic Press, London, 1998, pp. 71-110.
- 21) D.S. Pavlov, A.M. Pakhorukov, G.N. Kuragina, V.K. Nezdolii, N.P. Nekrasova, D.A. Brodskiy and A.L. Ersler : Some features of the downstream migrations of juvenile fishes in the Volga and Kuban Rivers. *J. Ichthyol.*, 17, 363-374 (1978).
- 22) 建設省河川局, 水資源公団(編): カジカ類などの回遊性魚類の影響について(カジカ類), 「長良川河口堰に関する追加報告書」, 水資源公団, 1992, pp. 60-112.

両側回遊型カジカ仔稚魚の遊泳・摂餌機能の発達に基づく发育段階

品川絢哉・加地弘一・河野 博・藤田 清

(東京水産大学魚類学研究室)

カジカの飼育仔稚魚について, 遊泳と摂餌機能に関連する形質の形態发育を記載し, これらに基づいて发育段階の設定を行なった。その結果, 遊泳と摂餌機能の发育はそれぞれ4段階と3段階に分けられた。遊泳機能: 1) 遊泳未発達期(孵化~D-8); 2) 遊泳能力獲得期(D-8~D-16); 3) 遊泳能力向上期(D-16~D-27/30); 4) 完成期(D-27/30以降)。摂餌機能: 1) 摂餌能力獲得期(孵化~D-11); 2) 摂餌能力向上期(D-11~D-24/29); 3) 完成期(D-24/29以降)。これらの結果とこれまでに知られている天然水域での仔稚魚の分布状況との比較を行なった。その結果, 流下して感潮域で浮遊生活を送っている初期仔魚は, とくに孵化後10日前後までは, 被食の恐れや飢餓の危険にさらされていることが明らかになった。

キーワード: カジカ, 遊泳機能, 摂餌機能, 個体発生